

# Inflační očekávání v měnové politice

Jan FILÁČEK\*

## 1. Úvod

Očekávání vývoje inflace a dalších veličin v současném světě významně ovlivňují rozhodování jednotlivců i institucí. Tento jev má pozitivní i negativní stránky. Očekávání jsou díky interferenci jednotlivců nakažlivá a mohou se rychle šířit. Zároveň jsou očekávání sebenaplnující: pokud většina jedinců očekává „světle zítřky“, lidé zvyšují svoji spotřebu a ekonomika opravdu prosperuje – a naopak. Tvůrci hospodářské politiky, především vláda a centrální banka, tak stojí před výzvou ovlivňovat ekonomiku nikoliv svými standardními nástroji (v případě vlády například daněmi, vládními nákupy, v případě centrální banky úrokovými sazbami či různými intervencemi), ale prostřednictvím ovlivňování očekávání jednotlivců. Cílem tohoto článku je popsat teoretické koncepty tvorby očekávání a ukázat, jaký vliv mají očekávání na fungování ekonomiky.

## 2. Způsoby tvorby očekávání

Očekávání budoucího vývoje proměnné  $x$  na  $j$  období dopředu jednotlivce  $i$  v čase  $t$  je založeno na informacích dostupných v čase  $t$ , označovaných jako informační množina  $\Omega_t$  a definovaných na  $\sigma$ -algebře:

$$E_{i,t}x_{t+j} = E_i(x_{t+j} | \Omega_{i,t}) \quad (1)$$

Ekonomické subjekty jsou heterogenní, tj. jednotlivé ekonomické subjekty se navzájem odlišují jednak velikostí (resp. bohatostí) informační množiny  $\Omega_t$ , jednak způsobem odvození budoucího vývoje z této informační množiny, vyjádřeným operátorem  $E_{i,t}$ . Způsob tvorby očekávání každého ekonomického subjektu se navíc může měnit v čase.

Informační množina každého jednotlivce je z definice neúplná, neboť není v možnostech jednotlivce ani skupiny jednotlivců obsáhnout nekonečné množství informací, které determinují budoucí vývoj. Navíc žádnou ekonomiku nelze chápat jako čistě deterministický systém, v každé ekonomice existuje náhodná složka, která je nepředvídatelná. Lze předpokládat, že čím

\* Česká národní banka, Praha (jan.filacek@cnb.cz)

Tento článek je výtahem z disertační práce obhajované na Fakultě sociálních věd Univerzity Karlovy. Autor je zároveň zaměstnancem České národní banky. Autor by rád poděkoval Miroslavu Vošvrdovi (ÚTIA AV ČR), Oldřichu Dědkovi (ČNB) a Viktoru Kotlánovi (ČNB, nyní ČS) za cenné podněty a připomínky. Za případné chyby a nedostatky je samozřejmě odpovědný sám autor.

je informační množina širší (resp. čím je úplnější), tím jsou očekávání přesnější. Matematicky vyjádřeno:

$$\Omega_{i,t} \subset \Omega'_{i,t} \Rightarrow \forall j : \text{Var}(x_{t+j} - E_i(x_{t+j} | \Omega_{i,t})) > \text{Var}(x_{t+j} - E_i(x_{t+j} | \Omega'_{i,t})) \quad (2)$$

kde  $\text{Var}$  značí rozptyl. Velikost informační množiny  $\Omega_t$  každého ekonomického subjektu je dána podmínkou optimality, tj. v optimu musejí být mezní náklady na získání dodatečné informace rovny mezním přínosům získaným z dodatečného zpřesnění očekávání. Problém optimalizace není triviální, neboť nelze předpokládat diferencovatelnost, či dokonce spojitost užitkové funkce – některé informace jsou cenné pouze v celých množinách, informace představující pouze část této množiny jsou bezcenné. Jako příklad lze uvést informaci o aktuální ceně ropy. Ta je přínosná pouze tehdy, pokud známe cenu ropy v předchozím období a citlivost spotřebovávaných výrobků a služeb na cenu ropy. Mezní náklady a mezní přínosy dodatečné informace jsou pro každý ekonomický subjekt různé, a proto je velikost informační množiny značně diferencovaná.

Způsob tvorby očekávání  $E_t$  je pro různé ekonomické subjekty odlišný a je do značné míry závislý na velikosti informační množiny. Lze předpokládat, že ekonomické subjekty volí v každém časovém okamžiku optimální způsob tvorby očekávání, který minimalizuje chybu v očekávání – tj. očekávaný rozdíl mezi odhadnutou hodnotou proměnné a její následnou realizací – pro všechny budoucí horizonty  $j$ :

$$\min_{E_{i,t}} \sum_{j=1}^{\infty} E(x_{t+j} - E_i(x_{t+j} | \Omega_{i,t}))^2 \quad (3)$$

Lze uvažovat dva extrémní ekonomické subjekty. První extrém představuje ekonomický subjekt s informační množinou o jediném prvku – poslední hodnotě očekávané veličiny  $x_t$ ,  $\Omega_t = \{x_t\}$ . Jelikož tento ekonomický subjekt nemá k dispozici žádnou jinou informaci, musí poslední hodnotě přisoudit ve svém rozhodování stoprocentní váhu:

$$E_{i,t}x_{t+j} = x_t \quad (4)$$

Takto vyjádřené očekávání je označováno naivní očekávání (*naive expectation*).

Druhým extrémem je ekonomický subjekt s úplnou informační množinou. Jak již bylo dříve uvedeno, tento případ je čistě teoretický a v praxi nedosažitelný. Očekávání veličiny je s využitím všech informací vždy přesné a očekávaná hodnota se shoduje s následnou skutečností:

$$E_{i,t}x_{t+j} = x_{t+j} \quad (5)$$

Takto vyjádřené očekávání je označováno perfektní očekávání (*perfect foresight*).

Ve skutečnosti se většina ekonomických subjektů pohybuje někde mezi těmito dvěma extrémy. V literatuře jsou uváděny další základní způsoby tvorby očekávání ekonomických subjektů. Adaptivní tvorbou očekávání se

vyznačují ekonomické subjekty s informační množinou omezenou na minulá pozorování proměnné  $x$ :  $\Omega_t = \{x_t, x_{t-1}, x_{t-2}, x_{t-3}, \dots, x_{t-n}\}$ . Různě zpožděným pozorováním přikládá ekonomický subjekt různou váhu  $\beta$ , přičemž součet vah je roven jedné:

$$E_{i,t}x_{t+j} = \beta_0 x_t + \beta_1 x_{t-1} + \beta_2 x_{t-2} + \dots + \beta_n x_{t-n}$$

$$\sum_0^n \beta = 1 \quad (6)$$

Lze ho přepsat jako:

$$E_{i,t}x_{t+j} = \lambda E_{i,t-1}x_{t+j} + (1 - \lambda)x_t \quad (7)$$

kde  $(1 - \lambda) = \beta_0$ . Adaptivní očekávání předpokládají, že ekonomické subjekty nejsou schopny z dílčích informací odvodit zobecněné informace, které by jim mohly pomoci odhadnout budoucí vývoj dané veličiny. Z historie pozorování veličiny  $x$  lze například odhadnout její trendovou nebo cyklickou složku a následně tyto odhady použít ke zpřesnění očekávání. Je tedy zřejmé, že tento způsob tvorby není optimální, tj. nesplňuje podmínku (3).

Jako další typ očekávání lze označit adaptivní učení (*adaptive learning*). Ekonomické subjekty s tímto typem očekávání disponují nejen minulými hodnotami proměnné  $x$ , ale i svými minulými odhady této proměnné. Informační množina je tak  $\Omega_t = \{x_t, x_{t-1}, x_{t-2}, x_{t-3}, \dots, x_{t-n}, Ex_t, Ex_{t-1}, Ex_{t-2}, Ex_{t-3}, \dots, Ex_{t-n}\}$ . Očekávání je pak zpřesňováno tím, že se ekonomické subjekty učí ze svých bývalých chyb:

$$E_{i,t}x_{t+j} = \lambda E_{i,t-1}x_{t+j} + (1 - \lambda)x_t + f(E_{i,t-n}x_{t-n+j} - x_{t-n+j}) \quad (8)$$

Způsobů adaptivního učení existuje nepřeberné množství; v dosavadních výzkumech je obvykle používán nejjednodušší způsob učení se z poslední chyby:

$$E_{i,t}x_{t+1} = E_{i,t-1}x_t + \delta(x_t - E_{i,t-1}x_t) \quad (9)$$

kde  $0 \leq \delta \leq 1$ . Lze ho přepsat jako:

$$E_{i,t}x_{t+1} = (1 - \delta)E_{i,t-1}x_t + \delta x_t =$$

$$= \delta x_t + (1 - \delta)x_{t-1} + (1 - \delta)^2 x_{t-2} + \dots = \quad (10)$$

$$= \delta \sum_{j=0}^{\infty} (1 - \delta)^j x_{t-j}$$

Z poslední rovnice je zřejmé, že adaptivní učení v tomto tvaru je limitním případem adaptivního očekávání, které je založeno na úplné informační množině všech minulých hodnot proměnné  $x$ .

V literatuře je nejčastěji používaným způsobem tvorby očekávání racionální očekávání. Tento způsob není založen na přesně definované informační množině, ale na optimálním nastavení způsobu tvorby, kdy je očekávaná odchylka očekávání od skutečnosti nulová:

$$\begin{aligned} E_{t,t} x_{t+1} &= x_{t+1} + \varepsilon_t \\ \varepsilon_t | \Omega_{t-1} &\sim N(0, \sigma_t^2) \end{aligned} \quad (11)$$

Na rozdíl od perfektního očekávání je racionální očekávání přesné jen zřídka, nedochází však k systematické chybě, tj. pravděpodobnost vyšší hodnoty  $x$  než očekávané je rovna pravděpodobnosti nižší hodnoty  $x$  než očekávané.

Lze dokázat, že za určitých podmínek jsou naivní očekávání, adaptivní očekávání nebo adaptivní učení očekávanými racionálními. Naivní očekávání jsou racionálními, pokud  $x$  sleduje náhodnou procházku:

$$\begin{aligned} x_t &= x_{t-1} + \varepsilon_t \\ \varepsilon_t &\sim N(0, \sigma_t^2) \end{aligned} \quad (12)$$

Adaptivní očekávání a adaptivní učení jsou racionální, pokud  $x$  sleduje ARIMA (0,1,1) stochastický proces – viz (Muth, 1960):

$$\begin{aligned} x_t &= x_{t-1} + \varepsilon_t - \theta \varepsilon_{t-1} \\ \varepsilon_t &\sim N(0, \sigma_t^2) \end{aligned} \quad (13)$$

kde  $\varepsilon_t$  je iid-proměnná a kde  $\theta$ ,  $-1 \leq \theta \leq 1$  je parametr determinující závislost rezidua na jeho minulých hodnotách.

Pro ilustraci rozdílů v tvorbě jednotlivých očekávání lze použít následující příklad. Předpokládejme, že sledovaná proměnná  $x$  se chová jako klouzavý průměr s cyklickou a trendovou složkou a že proměnná  $x$  je vystavena stochastickým šokům podle rovnice (14):

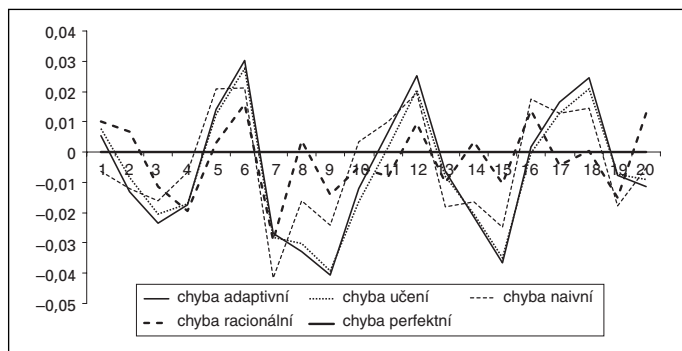
$$\begin{aligned} x_t &= x_{t-1} + 0,001 + (\sin(t) + 1) / 50 + \varepsilon_t \\ \varepsilon_t &\sim N(0; 0,01) \end{aligned} \quad (14)$$

Takto definovaná proměnná  $x$  může popisovat například cyklické chování výstupu ekonomiky. Zatímco naivní očekávání, adaptivní očekávání a adaptivní učení jsou schopna odhadnout cyklickou složku pouze pomocí minulých hodnot, racionální očekávání jsou založena na úplné znalosti cyklické složky. Nepřesnost jednotlivých způsobů tvorby očekávání takto se chovající proměnné  $x$  je pro prvních 20 pozorování zachycena v *grafu 1*.

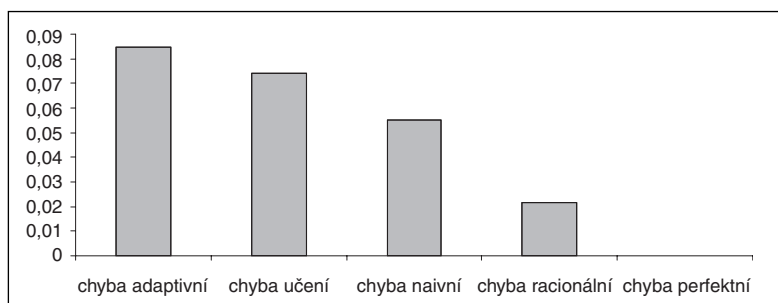
Z *grafu 1* je patrné, že s výjimkou racionálních očekávání a perfektních očekávání (která z definice splývají s vývojem  $x$ , a tudíž je jejich nepřesnost vždy nulová) jsou očekávání značně nepřesná. Důvodem je, že naivní očekávání, adaptivní očekávání a adaptivní učení nejsou schopny zachytit cyklické chování  $x$  a zpožďují se tak za jejím cyklem. V *grafu 2* je uveden celkový součet čtverců odchylek pro 200 generovaných pozorování.

Na první pohled může být překvapením, že naivní očekávání jsou přesnější než adaptivní očekávání nebo adaptivní učení. Tento závěr je ale logický, neboť naivní očekávání, která jsou založena pouze na poslední hodnotě, se při naší definované cyklické chování  $x$  dopouštějí menší chyby než adaptivní očekávání (resp. adaptivní učení), která jsou odvozena z několika (resp. všech) minulých pozorování. Jak již bylo uvedeno, perfektní očekávání mají ze své definice nulovou chybu.

GRAF 1 Nepřesnost očekávání



GRAF 2 Velikost chyby očekávání



Naivní očekávání, adaptivní očekávání a adaptivní učení jsou mnohdy označována jako zpět hledící (*backward-looking*) očekávání a racionální očekávání (s krajním případem perfektního očekávání) jsou pak označována za vpřed hledící (*forward-looking*) očekávání. Toto označení je však značně zavádějící, protože například i adaptivní tvorba očekávání je pro ekonomické subjekty, které disponují pouze informacemi o minulém vývoji  $x$ , očekáváním racionálním. I racionální očekávání tak mohou být zpět hledící. Analogicky lze teoreticky uvažovat o situaci, kdy jsou adaptivní očekávání vpřed hledící. Pokud je například inflace determinována pouze svým minulým vývojem, může být adaptivní tvorba očekávání označena jako vpřed hledící.

Termíny vpřed a zpět hledící očekávání jsou používány obvykle v kontextu makroekonomických modelů. Pokud jsou v modelu vpřed hledící očekávání, očekávání se řídí prognózou modelu. Obecně platí, že „vpředhledičnost“ očekávání může prognózu jak stabilizovat, tak destabilizovat. Lze však říci, že pokud se model chová nestabilně, „vpředhledičnost“ tuto nestabilitu zvýrazňuje – a naopak, pokud model konverguje k rovnováze, „vpředhledičnost“ tuto konvergenci urychluje.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Jako příklad divergujícího modelu může být uvedena podmíněná prognóza, která implicitně předpokládá nečinnost centrální banky, jež je vyjádřena stabilitou úrokových sazeb. Naopak nepodmíněná prognóza díky aktivní roli měnové politiky obvykle konverguje k rovnováze.

Většina dnes používaných ekonomických modelů používá tzv. smíšenou tvorbu očekávání, tj. očekávání, která jsou zčásti zpět hledící a zčásti vpřed hledící. Podíl zpět hledícího očekávání je pak interpretován jako podíl ekonomických subjektů s omezenou informační množinou a podíl vpřed hledícího očekávání jako podíl ekonomických subjektů s úplnou informační množinou, resp. s informační množinou zahrnující veškeré informace obsažené v modelu. Smíšená tvorba očekávání pak představuje hrubou aproximaci toho, že subjekty v každé ekonomice jsou heterogenní a každý z nich pracuje s odlišnou informační množinou.

Smíšenou tvorbu očekávání lze v modelovém rámci psát jako:

$$E_{i,t}x_{t+j} = \alpha x_t + (1 - \alpha) E_{M,t}x_{t+j} \quad (15)$$

kde  $\alpha$ ,  $0 \leq \alpha \leq 1$  představuje podíl zpět hledících subjektů v ekonomice a  $E_M$  představuje modelovou prognózu proměnné  $x$  na  $j$  období dopředu.

### 3. Chování ekonomiky při různé tvorbě očekávání

V této části analyzujeme chování ekonomiky u tří vybraných způsobů tvorby očekávání: naivních očekávání (4), adaptivního učení (10) a racionálních očekávání (11).<sup>2</sup> K popisu chování ekonomiky je použit modelový aparát Clarka, Goodharta a Huanga (1999), aproximující chování malé otevřené ekonomiky. Konkrétní tvar rovnic modelu je upraven tak, aby byl zhruba v souladu se základními atributy střednědobého modelového aparátu používaného v České národní bance. Takto sestavený model vychází z Phillipsovy křivky a předpokládá perzistenci inflace. Na rozdíl od původní verze modelu v (Clark – Goodhart – Juany, 1999) uvažujeme otevřenou ekonomiku, uvolňujeme předpoklad racionálních očekávání a zkoumáme chování modelu a optimální reakci centrální banky za předpokladu alternativních způsobů tvorby očekávání.

Centrální banka má nekonečný horizont a získala mandát k minimalizaci současné hodnoty všech budoucích ztrát, přičemž větší váha je kladena na hodnoty současné ztráty než ztráty budoucí:

$$\min E_t \sum_{i=0}^{\infty} \beta^i L_{t+i} \quad (16)$$

kde  $\beta \in (0,1)$ . Ztráta v období  $t$  je přitom definována jako kvadratická funkce, která bere v potaz odchylku inflace od její optimální výše (obvykle definované inflačním cílem) a odchylku výstupu od jeho přirozené úrovně (tzv. mezeru výstupu):

$$L_t = (\pi_t - \pi_t^*)^2 + \lambda(y_t - y_t^*)^2 \quad (17)$$

<sup>2</sup> Simulace racionálních očekávání odpovídá simulaci perfektních očekávání (jediný rozdíl je v tom, že rovnice racionálních očekávání je stochastická, a nikoliv deterministická jako u perfektního očekávání; tento rozdíl ale nemá v prováděných modelových simulacích význam. Smíšená tvorba očekávání není předmětem našeho zájmu, neboť ji lze aproximovat průměrem naivní a racionální tvorby očekávání.

Předpokládejme dále, že mezi inflací a mezerou výstupu existuje v krátkém období závislost, známá jako Phillipsova křivka. Zároveň je výše inflace ovlivňována minulým vývojem, inflace je tzv. perzistentní. Phillipsova křivka je upravena na podmínky malé otevřené ekonomiky tak, že do ní byly začleněny dovozní ceny. Tato specifikace poptávkové křivky je v souladu s empirickými pozorováními:

$$\pi_t = \nu \pi_t^{im} + \phi \pi_t^e + (1 - \nu - \phi) \pi_{t-1} + \theta(y_t - y_t^*) + \varepsilon_t \quad (18)$$

kde  $\pi_t^{im}$  je v čase  $t$  dovezená inflace,  $\pi_t^e$  je v čase  $t-1$  očekávaná inflace v čase  $t$ ,  $(y_t - y_t^*)$  mezeru výstupu,  $\nu, \phi \in (0, 1)$ ,  $\theta > 0$  a  $\varepsilon$  je nekorelované iid-reziduum. Rovnice (18), stejně jako další rovnice modelu, splňuje v dlouhém období podmínku homogenity – součet koeficientů nominálních veličin je stejný na obou stranách rovnice. Tato podmínka zaručuje v dlouhém období nezávislost reálných veličin na nominálních veličinách, a tím i stabilitu modelu.

Ceny dovozu, resp. jejich meziroční růst, jsou uváděny v domácí měně a jsou funkcí zahraniční inflace a změny měnového kurzu. Inflace dovozních cen se, stejně jako domácí inflace, vyznačuje perzistencí:

$$\pi_t^{im} = \gamma \pi_{t-1}^{im} + (1 - \gamma)(\pi_t^f + \Delta e_t) + \varepsilon_t \quad (19)$$

kde  $\gamma \in (0, 1)$ .

Mezera výstupu je závislá na minulé hodnotě mezery výstupu a na odchylce reálné úrokové sazby od její rovnovážné hodnoty. Předpokládáme, že rovnovážná reálná úroková sazba je rovna součtu dlouhodobé rovnovážné úrokové sazby ve výši 1 % a v čase proměnlivé rizikové prémii:

$$(y_t - y_t^*) = \kappa(y_t - y_t^*) - \xi(i_t - \pi_t^e - r_t^{eq}) + \varepsilon_t \quad (20)$$

kde  $i$  je roční nominální úroková sazba,  $r^{eq}$  rovnovážná reálná úroková sazba  $r^{eq} > 0$  a  $\kappa$  a  $\xi$  jsou kladné koeficienty. Z rovnice (20) je zřejmé, že reálná úroková sazba je v této rovnici i v celém modelu odvozena *ex ante* způsobem, tj. deflováním nominální úrokové sazby inflačním očekáváním:

$$r_t = i_t - \pi_t^e \quad (21)$$

Předpokládejme, že tvůrce hospodářské politiky je schopen kontrolovat nominální krátkodobou (3-měsíční) úrokovou sazbu  $i^S$ ;  $i^S$  je tedy instrumentem hospodářské politiky. Mezi krátkodobou úrokovou sazbou  $i^S$  a roční úrokovou sazbou existuje bezarbitrážní vztah daný hypotézou očekávání časové struktury úrokových sazeb (*Expectations Hypothesis of the Interest Rate Term Structure* – podrobněji v (Cox – Ingersoll – Ross, 1981)):

$$i_t = \prod_{j=0}^3 (1 + E i_{t+j}^S) - 1 + \rho_t \quad (22)$$

kde  $\rho_t$  je časová premie. K modelování očekávání budoucího vývoje krátkodobých úrokových sazeb lze použít některou z rovnic tvorby očekávání (4), (10) či (11) popsanych v části 2.

Jak již bylo řečeno, krátkodobá úroková sazba  $i^S$  je instrumentem měnového státního orgánu. Její chování tak lze popsat reakční funkcí centrální banky, která je odvozena z rovnice (17). Podrobné odvození reakční funkce centrální banky minimalizující odchylku inflace od cíle a mezeru výstupu lze najít např. v (Svensson, 1997). Centrální banka mění krátkodobé úrokové sazby na základě velikosti rovnovážné sazby  $i_t^{eq}$ , odchylky prognózy inflace od cíle a odchylky prognózy výstupu od jejího potenciálu:

$$i_t^S = \mu i_{t-1}^S + (1 - \mu)(i_t^{eq} + \varphi(\pi_{t+4} - \pi_{t+4}^T) + \eta(y_t - y_t^*)) + \varepsilon_t \quad (23)$$

kde  $\mu \in (0,1)$ ,  $\varphi, \eta > 0$ .

Tato reakční funkce je nazývána vpřed hledící Taylorovo pravidlo a s odpovídajícími koeficienty popisuje chování většiny centrálních bank, které ve svém rozhodování používají prognózu.<sup>3</sup>

V malé otevřené ekonomice hraje významnou roli měnový kurz, který má bezprostřední vliv na domácí cenovou hladinu a zprostředkující vliv na výši mezery výstupu (ten je v našem modelu pro zjednodušení zanedbán). Chování měnového kurzu je částečně perzistentní a částečně určeno rovnovážným vývojem měnového kurzu:

$$er_t = \chi er_{t-1} + (1 - \chi) er_t^{eq} + \varepsilon_t \quad (24)$$

kde  $\chi \in (0,1)$  a  $er_t^{eq}$  vyjadřuje rovnovážnou hodnotu kurzu. Rovnovážený kurz se vyvíjí plně v souladu s nepokrytou úrokovou paritou:

$$er_t^{eq} = er_{t-1}^{eq} - 0.25(i_t - i_t^f - prem_t) \quad (25)$$

kde  $prem_t$  vyjadřuje rizikovou prémii dané země. Specifikace rovnic (24) a (25) lze interpretovat tak, že skutečný kurz je formován očekáváními ohledně budoucího kurzu, které jsou zčásti zpět hledící a zčásti hledící na rovnovážný vývoj kurzu založený na nepokryté úrokové paritě.

Nepokrytá úroková parita, popsaná rovnicí (25), vyjadřuje bezarbitrážní podmínku rovnosti očekávaného rizikově očištěného výnosu z investice v domácí měně s očekávaným rizikově očištěným výnosem investice v zahraniční měně.

Poslední rovnicí je rovnice inflačních očekávání. Pro tvorbu inflačních očekávání lze opět použít rovnice (4), (10) či (11) uvedené v části 2.

Při kalibraci hodnot koeficientů rovnic modelu jsme většinou vycházeli z kalibrace použité v modelovém aparátu ČNB (Coats – Laxton – Rose, 2003) – viz *tabulka 1*.

Riziková premie, která determinuje vývoj rovnovážné reálné sazby v rovnici (20) a rovnovážného kurzu v rovnici (25), je modelována jako exponenciálně klesající funkce z hodnoty 3 % na hodnotu 0 % za 100 období (tj. v kontextu čtvrtletního modelu za 25 let). Tato specifikace zhruba odpovídá podmínkám české ekonomiky, jejíž rizikovost klesá s postupným formálním (vstup do Evropské unie, EMU,...) i věcným (růst produktivity

<sup>3</sup> V rovnici (23) specifikovaný cílový horizont  $t + 4$  odpovídá představě ČNB o fungování transmisního mechanismu měnové politiky v ČR.



TABULKA 1 Kalibrace rovnic modelu

rovnice Phillipsovy křivky (18)		
$\nu$ 0,25	$\phi$ 0,33	$\theta$ 0,5
rovnice dovozních cen (19)		
$\gamma$ 0,58		
rovnice IS-křivky (20)		
$\kappa$ 0,9		$\xi$ 0,5
rovnice reakční funkce (23)		
$\mu$ 0,3	$\varphi$ 1,2	$\eta$ 0,4
kurzová rovnice (24)		
$\chi$ 0,6		

práce, příliv přímých zahraničních investic,...) přibližováním se vyspělým evropským státům. Časovou premii v rovnici (22) pro zjednodušení zanedbáváme.

U zahraniční inflace předpokládáme stabilitu růstu cen na úrovni 3 %. Tento růst je sice mírně vyšší, než by odpovídalo Evropskou centrální bankou cílovanému růstu spotřebitelských cen v zemích eurozóny,<sup>4</sup> ale je takto zvolen úmyslně z následujícího důvodu. Pokud by rovnovážný růst dovozních cen (který je kromě rovnovážné zahraniční inflace determinován i rovnovážným kurzem) byl v důsledku nižšího cenového růstu v zahraničí nižší, než činí rovnovážný růst domácích cen (který je definován prostřednictvím inflačního cíle), vedla by tato skutečnost k permanentně expanzivní měnové politice a k systematicky kladné mezeře výstupu.

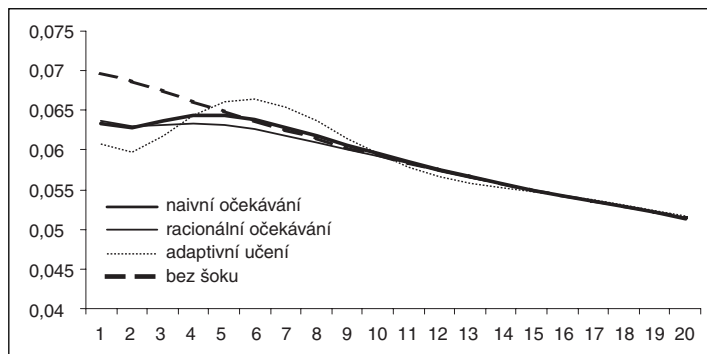
Inflační cíl centrální banky je stanoven na 3 %. Tato specifikace se sice poněkud odlišuje od současného cíle ČNB do konce roku 2005, kterým je lineárně klesající pásmo, jež začíná v lednu 2002 na úrovni 3–5 % a končí v prosinci 2005 na úrovni 2–4 %, ale je plně v souladu s cílem vyhlášeným pro roky 2006 a dále, kterým je vodorovný cíl 3 % s přípustnou odchylkou  $\pm 1$  procentní bod. Pro použití vodorovného cíle po celou dobu simulací hovoří i to, že se tak vyhneme možnému zkreslení výsledků z důvodu asymetrických dopadů šoků na ekonomiku v podmínkách klesajícího inflačního cíle.

Rovnovážné reálné zahraniční sazby jsou stanoveny na stejné úrovni jako domácí dlouhodobé reálné rovnovážné sazby, tj. jsou zafixovány na úrovni 1 %.

Takto kalibrovaný model používáme k deterministickým simulacím, kdy sledujeme akomodaci tří různých typů šoků – poptávkového, nabídkového a kurzového, při různé specifikaci rovnice očekávání.<sup>5</sup> Na začátku každé simulace je ekonomika v rovnováze, tj. výstupová mezera je nulová, inflace je rovna inflačnímu cíli a úrokové sazby jsou rovnovážné.

<sup>4</sup> Země eurozóny mají dominantní zastoupení v českých dovozech i vývozech, a proto jsou použity jako aproximace zahraničí.

GRAF 3 Vývoj úrokových sazeb



### 3.1 Poptávkový šok

Předpokládejme, že ekonomika zaznamenala z jakéhokoli důvodu (diskreční fiskální politika, negativní demografický vývoj) jednorázový záporný poptávkový šok v rozsahu 1 procentního bodu mezery výstupu a v délce jednoho období. Reakce klíčových veličin modelu – inflace, výstupové mezery a krátké úrokové sazby – při různé tvorbě očekávání je popsána v grafech 3–5. Jelikož rovnovážná úroveň úrokových sazeb je vzhledem ke klesající rizikové prémii exponenciálně klesající (na rozdíl od rovnovážné úrovně inflace a výstupu, které jsou konstantní), je v grafech úrokových sazeb pro přehlednost vynesena přerušovanou čarou i jejich rovnovážná trajektorie.

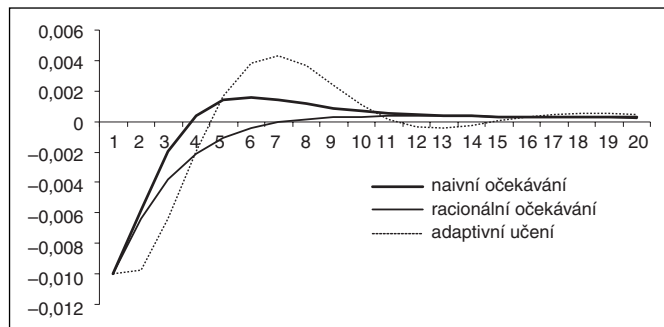
Z grafu 3 je patrné, že na poptávkový šok centrální banka reaguje okamžitým poklesem úrokových sazeb, přičemž nejvýraznější reakce je v případě adaptivního učení. Na rovnovážnou úroveň se sazby vracejí nejrychleji u naivního očekávání, pomaleji u racionálního očekávání a nejpomaleji a značně rozkolísaně u adaptivního učení.

Pohybu úrokových sazeb odpovídá vývoj mezery výstupu (graf 4), která se nejrychleji uzavírá u naivního očekávání. Po jejím uzavření však dochází k přestřelení do kladných hodnot, ekonomika se stabilizuje až po zhruba 10 čtvrtletích. V případě racionálních očekávání je uzavírání mezery sice pomalejší, nedochází ale k jejímu přestřelení na druhou stranu a ekonomika se tudíž stabilizuje dříve. K největšímu rozkolísání výstupu dochází u adaptivního učení, kdy se ekonomika stabilizuje až po uplynutí čtyř let.

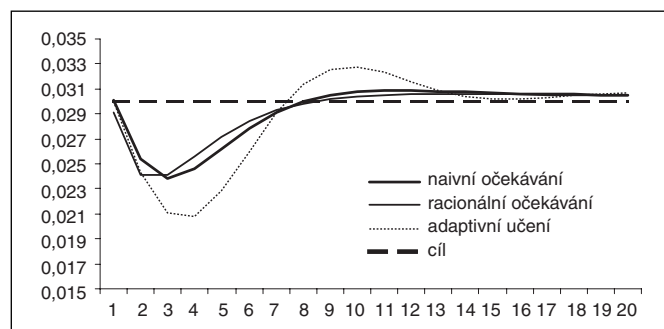
Inflace (graf 5) se i přes menší reakci úrokových sazeb navrácí nejrychleji k cíli (přerušovaná čára) u racionálních očekávání, o něco pomaleji pak u naivních očekávání. Nejpozději dochází k stabilizaci inflace u adaptivního učení, a to po uplynutí více než tří let od vzniku poptávkového šoku.

<sup>5</sup> Tím, že měníme specifikaci pouze jedné rovnice systému – rovnice očekávání –, se vystavujeme tzv. Lucasově kritice. Změna v jedné behaviorální rovnici totiž implikuje odlišnou specifikaci všech ostatních behaviorálních rovnic. Zřejmě nejmarkantnější je tento jev u rovnice reakční funkce – pokud centrální banka ví, že se ekonomické subjekty řídí jinou tvorbou očekávání, změní i ona své chování tak, aby minimalizovala ztrátovou funkci. Tento problém je v práci částečně odstraněn tím, že výsledky simulací očišťujeme o odlišné rovnovážné chování modelu při různé specifikaci rovnice očekávání.

GRAF 4 Vývoj mezery výstupu



GRAF 5 Vývoj inflace



### 3.2 Nabídkový šok

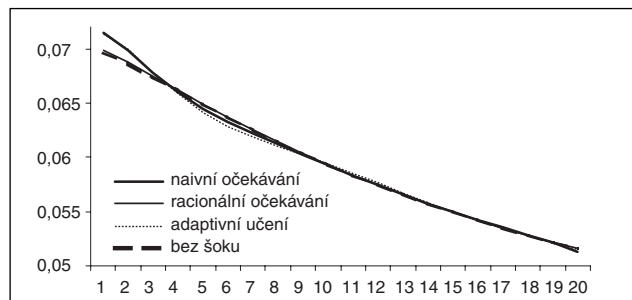
Předpokládejme, že ekonomika zaznamenala z jakéhokoliv důvodu (cenový šok v zahraničí, administrativní změny cen) jednorázový záporný nabídkový šok vedoucí k růstu domácí cenové hladiny o 1 procentní bod. V následujících grafech opět sledujeme reakci ekonomiky na tento typ šoku při různých způsobech tvorby očekávání.

Ukazuje se (graf 6), že v případě nabídkového šoku se naivní očekávání chová podobně jako adaptivní učení, tj. ihned po šoku dochází ke zvýšení úrokových sazeb a následně k jejich poklesu až pod rovnovážnou úroveň. Odlišná situace je u racionálního očekávání, kde úrokové sazby na šok vůbec nereagují a jsou po celou dobu na rovnovážné úrovni.

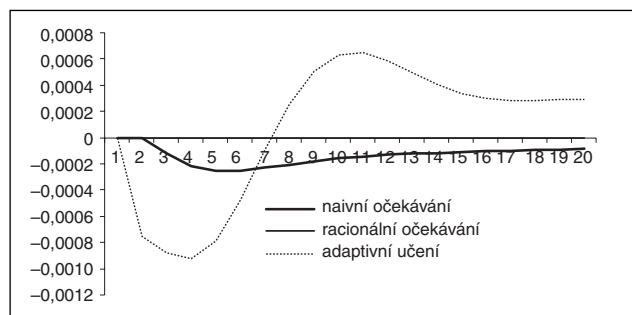
Výstupová mezera (graf 7) reaguje u naivních očekávání a u adaptivního učení na růst sazeb poklesem, u naivních očekávání se mezera výstupu posléze vrací na nulové hodnoty pouze pozvolna, u adaptivního očekávání naopak přestřeluje do kladných hodnot a ke své rovnováze se vrací seshora. U racionálních očekávání má nabídkový šok v souladu se stabilitou sazeb nulový dopad do mezery výstupu.

Nejrychlejší návrat inflace (graf 8) k cíli lze pozorovat u racionálních očekávání, po čtyřech čtvrtletí je inflace takřka v cíli. Pomalejší je návrat u na-

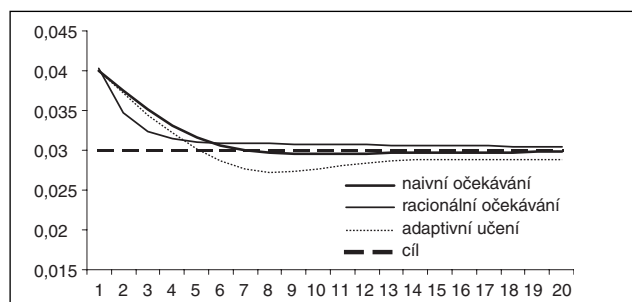
GRAF 6 Vývoj úrokových sazeb



GRAF 7 Vývoj mezery výstupu



GRAF 8 Vývoj inflace

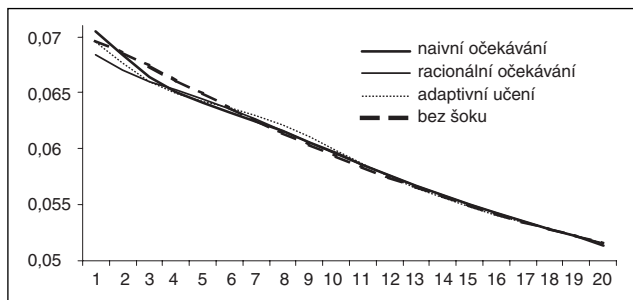


ivních očekáváníí a adaptivního učení. U posledně jmenovaného očekáváníí dochází k podstřelení cíle a k návratu do cíle zezdola.

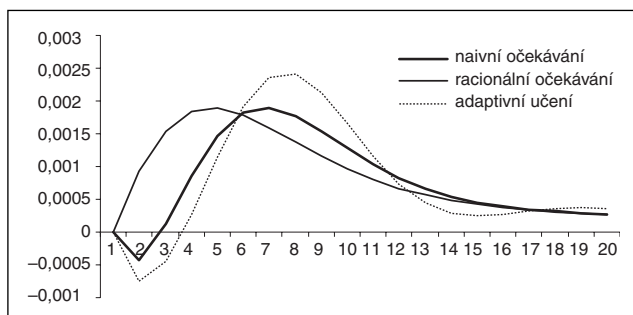
### 3.3 Kurzový šok

Kurzový šok se od nabídkového šoku liší především v tom, že zatímco nabídkový šok působí pouze jednosměrně na růst inflace, kurzový šok po odeznění počátečního inflačního vlivu působí dezinflačně tak, jak se kurz vrací na svoji rovnovážnou úroveň. Předpokládejme tedy, že ekonomika zaznamenala z jakéhokoliv důvodu (spekulativní útok, prudká změna rizikové

GRAF 9 Vývoj úrokových sazeb



GRAF 10 Vývoj mezery výstupu



prémie v důsledku politické nestability s následným reverzním vývojem) jednorázový kurzový šok vyjádřený depreciací koruny vůči euru o 1 korunu.

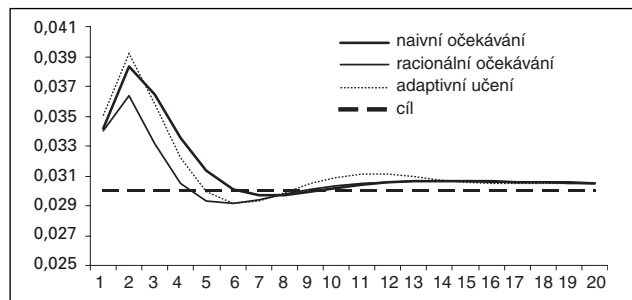
K růstu úrokových sazeb (*graf 9*) nad jejich rovnováhu dochází pouze u naivních očekávání, kde je dopad počátečního deprecičního šoku do očekávání největší. U vpřed hledících racionálních očekávání naopak dochází ihned k poklesu sazeb tak, aby byly kompenzovány dezinflační tlaky pramenící z následného návratu kurzu na jeho rovnovážnou úroveň. Reakce úrokových sazeb je, stejně jako u obou předchozích šoků, nejrozkolísanější u adaptivního učení.

U všech typů očekávání je celkový dopad do mezery výstupu (*graf 10*) v důsledku budoucí apreciace kurzu, a tím uvolněné měnové politiky pozitivní, u naivních očekávání a adaptivního učení mu předchází dočasný pokles výstupové mezery do záporných čísel. Neočekávaný depreciční šok doprovázený následnou očekávanou aprecií tak u všech typů očekávání přispívá k dlouhodobému vývoji výstupu nad jeho potenciálem.

Počáteční proinflační impuls (*graf 11*) kurzového šoku je brzy vystřídán protinflačním působením postupné kurzové apreciace. Inflation se u všech typů očekávání velice rychle navrácí do cíle, aby ho následně přestřelila. Nejvyšší amplitudy je dosaženo u adaptivního učení, u naivního očekávání je návrat k cíli nejpomalejší.

Z výsledků provedených simulací je patrné, že nejnižší ztráty (v reakční funkci vyjádřené odchylkou inflace a výstupu od jejich rovnováhy) v re-

GRAF 11 Vývoj inflace



akci na základní typy šoků je dosaženo v případě ekonomiky s racionálními očekáváním. Ekonomika s racionálními očekáváním také vykazuje nejnížší volatilitu všech ekonomických proměnných a nejrychlejší návrat k rovnováze. Naopak největší ztráty je dosaženo tehdy, pokud se ekonomické subjekty v ekonomice řídí adaptivním učením. Ekonomika s naivními očekáváním leží zhruba uprostřed, v některých případech se chová podobně jako model s racionálními očekáváním (poptávkový šok), v jiných případech se chová podobně jako model s adaptivním učením (nabídkový a kurzový šok).

#### 4. Závěr

V této práci ukazujeme, že chování ekonomiky se významně odlišuje pro různé způsoby tvorby očekávání. Chování ekonomiky je zkoumáno v kontextu modelu otevřené ekonomiky v režimu explicitního cílování inflace se závazným pravidlem. Tuto ekonomiku vystavujeme třem typům šoků – poptávkovému, nabídkovému a kurzovému – a zkoumáme její reakci za předpokladu tří odlišných způsobů tvorby očekávání: naivního očekávání, racionálního očekávání a adaptivního učení. Výsledky simulací ukazují, že k nejmenšímu rozkolísání ekonomiky, a tudíž i k minimalizaci ztrátové funkce centrální banky dochází v případě racionálních očekávání. Stabilizující role vpřed hledících očekávání je patrná zejména u nabídkového šoku. Ekonomika s naivními očekáváním reaguje na šoky větším a delším rozkolísáním ekonomických veličin. Nejhorší v tomto srovnání dopadá ekonomika s adaptivním učením, které u všech šoků vede ke značnému rozkolísání ekonomiky a k její stabilizaci až po uplynutí několika let.

Z výsledků práce je zřejmé, že pro ekonomiku, a tudíž i pro centrální banku je optimální, pokud jsou očekávání tvořena racionálně. Způsob tvorby očekávání je přitom do značné míry ovlivnitelný samotnou centrální bankou – viz např. (Barro, 1986). Pokud je její měnová politika kredibilní, lze očekávání opřít o stabilizující vliv centrální banky a zvýšit jejich „vpředhledičnost“ (resp. racionálnost). Pokud je naopak měnová politika málo kredibilní, ekonomické subjekty se nemohou spolehnout na její stabilizující vliv a tvoří očekávání zpět hledícím způsobem (naivně, resp. adaptivně). Tato teoretická argumentace je podepřena závěry empirických studií z posledních let

– např. (Demertzis – Hallett, 2002). Závěry této práce tak spolu s dostupnou empirickou evidencí podporují snahu většiny centrálních bank zvyšovat svoji kredibilitu.

## LITERATURA

BARRO, R. J. (1986): Reputation in a Model of Monetary Policy with Incomplete Information. *Journal of Monetary Economics*, vol. 17, 1986, pp. 3–20.

CLARK, P. B. – GOODHAR, CH. – HUANG, H. (1999): Optimal Monetary Policy Rules in a Rational Expectations Model of the Phillips Curve. *Journal of Monetary Economics*, vol. 43, 1999, pp. 497–520.

COATS, W. – LAXTON, D. – ROSE, D. (2003): The Czech National Bank's Forecasting and Policy Analysis System. *Czech National Bank*, March 2003.

COX, J. C. – INGERSOLL, J. E. – ROSS, S. A. (1981): A Re-Examination of Traditional Hypotheses about the Term Structure of Interest Rates. *Journal of Finance*, vol. 36, 1981, pp. 769–799.

DEMERTZIS, M. – HALLETT, A. H. (2002): Central Bank Transparency in Theory and Practice. *Center for Economic Policy Research Discussion Paper*, no. 3639.

MUTH, J. F. (1960): Optimal Properties of Exponentially Weighted Forecasts. *Journal of the American Statistical Association*, vol. 55, 1960, pp. 299–306.

SVENSSON, L. E. O. (1997): Inflation Forecast Targeting: Implementing and Monitoring Inflation Targets. *European Economic Review*, vol. 41, 1997, pp. 1111–1146.

## SUMMARY

JEL classification: E31, E37, E52

Keywords: inflation expectation – model simulation – monetary policy

## Inflation Expectations and Monetary Policy

Jan FILÁČEK – Czech National Bank (jan.filacek@cnb.cz)

This paper shows that an economy's behavior differs significantly according to assumptions made on the formation of inflation expectations. We analyzed the behavior of an open economy in a regime of explicit inflation targeting with commitment. The economy is exposed to three different shocks – demand, supply, and exchange rate – and its reaction is analyzed under three different assumptions on inflation-expectations formation: naive, rational, and adaptive learning. The economy in which rational expectations were assumed showed the least volatile development and minimized the central bank's loss function. The stabilizing effect of this forward-looking type of expectation was most evident in the case of supply shock. When naive expectations were assumed, the economy reacted to all shocks with significantly bigger and longer-lasting fluctuations. The worst results were obtained assuming adaptive-learning expectations, where shocks lead to large oscillations and the economy stabilized only several years after the shock.